

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

**ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ
(ТУСУР)**

Кафедра сверхвысокочастотной и квантовой радиотехники
(СВЧиКР)

ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК WDM-СПЛИТТЕРОВ

Томск 2019

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

**ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ
(ТУСУР)**

Кафедра сверхвысокочастотной и квантовой радиотехники
(СВЧиКР)

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой СВЧ и КР

_____ С.Н. Шарангович

“ ____ ” _____ 2019 г.

ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК WDM-СПЛИТТЕРОВ

Методические указания к лабораторной работе для направления подготовки магистров 11.04.02 – Инфокоммуникационные технологии и системы связи, дисциплина «Оптические системы связи и обработки информации»

Разработчики:

доцент. каф. СВЧ и КР,

кандидат физ. – мат. наук

_____ А.О. Семкин

магистрант группы 157 - М

_____ Д.В. Окунев

Содержание

1 Введение.....	4
2 Теоретическая часть.....	4
3 Описание экспериментальной установки.....	6
4 Исходные данные.....	8
5 Порядок выполнения работы.....	11
6 Содержание отчета.....	14
7 Контрольные вопросы.....	14
Рекомендуемая литература.....	15

1 Введение

Целью данной лабораторной работы является ознакомление с принципами работы WDM – сплиттеров.

2 Теоретическая часть

WDM (Wavelength Division Multiplexing) сплиттеры используются для уплотнения оптических каналов связи. Они позволяют передавать по одному волокну данные на разных длинах волн одновременно. Простейшие сплиттеры на две длины волны, позволяют использовать одно магистральное волокно для организации одного двунаправленного канала связи.

Представим несколько типов реализации WDM устройств:

Резонатор Фабри – Перо:

Резонатор Фабри — Перо работает следующим образом. Он, как и любой интерференционный фильтр, настраивается на фильтрацию одной длины волны. Он разделяет поток $\lambda_1 \dots \lambda_n$ на два (λ_1 и $\lambda_2 \dots \lambda_n$), выделяя несущую λ_1 из многоволнового потока.

Демультимплексор WDM на основе решетки Брэгга:

Отражение волны определенной длины происходит от дифракционной решетки Брэгга соответствующего периода, сформированной в одномодовом ОВ. Отраженная волна транслируется циркулятором. Так как решетка Брэгга рассчитана на фиксированную длину волны, то для демультимплексирования n несущих необходимо сформировать каскад из n отражательных решеток Брэгга, настроенных на соответствующие длины волн.

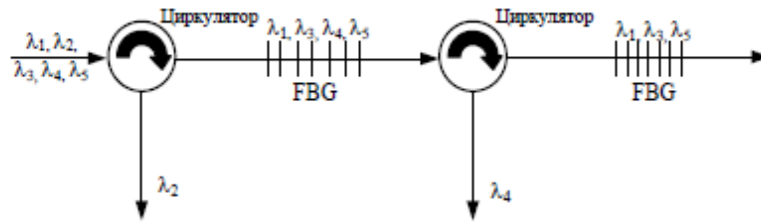


Рисунок 2.1 – Схема демультимплексора WDM на основе решетки Брэгга

Мультиплексирование на явлении угловой дисперсии:

Входной коллимированный пучок падает на диспергирующий элемент и пространственно разделяется им на несколько пучков в зависимости от длины волны несущей. Эти пучки, расходящиеся под различными углами, фокусируются и собираются отдельными приемными оптическими элементами. На выходе (в фокальной плоскости) этих элементов формируются изображения входного пучка, размеры которых (с помощью микролинзовых систем) юстируются так, чтобы они соответствовали диаметру сердцевины приемного (выходного) ОВ (рисунок 2.2).

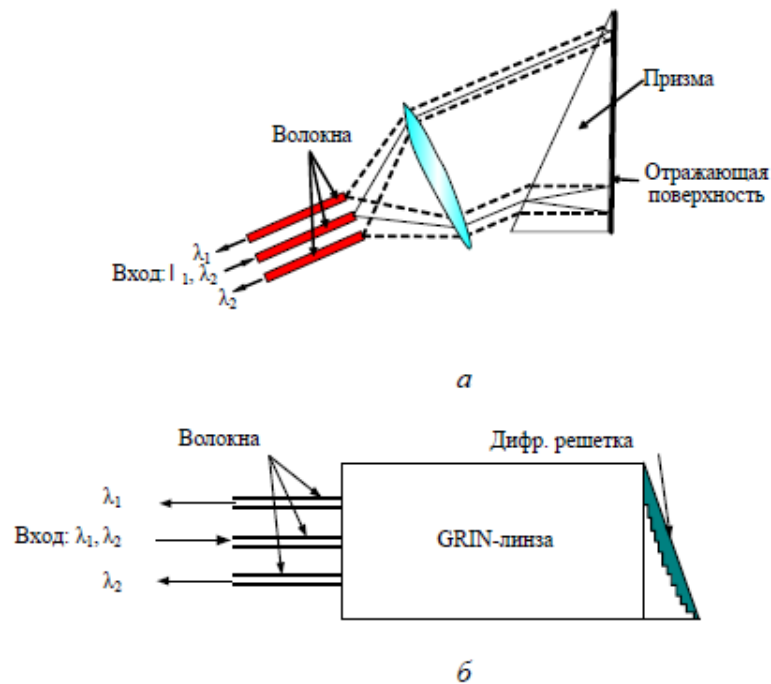


Рисунок 2.2 – Схема мультиплексора WDM:

а) на отражательной призме; б) на отражательной плоской решетке

Модовый скремблер используется для смешения оптический мод. Это необходимо для симуляции излучения в условиях сетей с длинами от километра.

3 Описание экспериментальной установки

Исследование работы WDM-сплиттеров происходит на лабораторном макете «Компоненты волоконно-оптической линии связи» (рисунок 3.1)

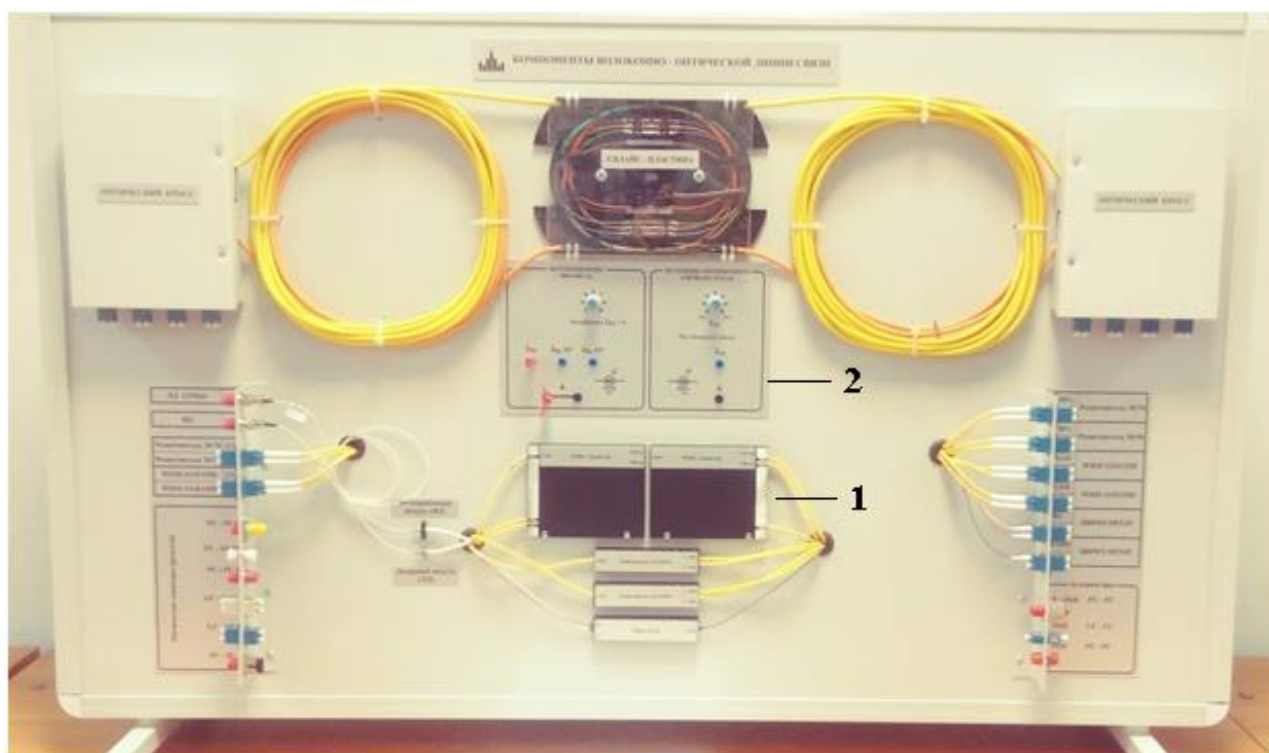


Рисунок 3.1 – Лабораторный макет «компоненты волоконно-оптической линии связи»: 1 – WDM – сплиттеры; 2 – Источник оптического сигнала 1310 нм.

В данной лабораторной работе на лицевой панели, следует выделить следующие компоненты:

- 1 WDM-сплиттеры;
- 2 Источник оптического сигнала 1310 нм.

WDM – сплиттеры:

WDM – сплиттеры 1310/1550 нм, оконцованные LC/UPC коннекторами представлены на стенде в двух экземплярах (рисунок 3.2). Характеристики WDM-сплиттеров представлены в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Характеристики WDM-сплиттера

Длины волн, нм	1310	1550
Вносимые потери, дБ	0,12	0,05
Изоляция, дБ	31,58	30,87
Поляризационные потери	0,06	0,07
Направленность, дБ	55	
Тип оптического волокна	Corning SMF-28 в буфере 3 мм	
Длина оптического волокна, м	1,5	
Тип разъемов	LC	

Источник оптического сигнала 1310 нм:

Блок «Источник оптического сигнала» состоит из лазерного модуля с длиной волны 1310 нм и электрической части, представляющей собой регулируемый источник тока 0-40 мА. Ручка регулировки находится на лицевой панели (2 на рисунке 3.1). Параметры лазерного модуля приведены в таблице 3.2.

Таблица 3.2 – Параметры лазерного модуля

Возможность использования в сетях	До 1 Gb
Пороговый ток, мА	7,0
Мощность излучения, мВт, не менее	1,0
Рабочий ток, мА	30
Макс. мощность излучения, мВт	1,5
Ток лазера (P=1.5 мВт), мА	41
Длина волны, нм	1310

Продолжение таблицы 3.2

Управление смещения ФД, В	5±0,5
---------------------------	-------

Управляющий фототок, мкА	не менее 305
Параметры оптического волокна, мкм	9/125
Длина оптического волокна, м	не менее 0,5
Тип оптического разъема	LC

Модовый скремблер (смеситель мод) соответствует спецификации ТИА/E1A-568-B.1 и представляет собой катушку диаметром 22 мм, на которую требуется намотать 5 витков оптического кабеля в буфере 3 мм. Для фиксации витков на катушке необходимо использовать винт М3, закрепленный на ней (рисунок 3.4).



Рисунок 3.4 – Модовый скремблер

Измеритель и источник оптической мощности в кейсе представлены на рисунке 3.5.



Рисунок 3.5 – Кейс с источником излучения «ТОПАЗ-3100» и измерителем оптической мощности «ТОПАЗ-7200».

Таблица 3.3 – Характеристики источника излучения «ТОПАЗ-3100»

Рабочая длина волны, нм	1310±30, 1550±30
Уровень средней мощности непрерывного излучения, дБм	≥-4
Ширина спектра по уровню 0,5 источника, нм	≤9
Рабочая температура (влажность)	-10...+50 С (95%)
Размер, мм	110x70x28
Вес, г	300
Срок службы	10 лет

Перед началом работы с измерительным оборудованием, необходимо ознакомиться с инструкцией по эксплуатации измерителя оптической мощности «Топаз 7200»

Для измерения тока фотодиода необходимо использовать мультиметр. Перед началом работы с измерительным оборудованием, необходимо ознакомиться с инструкцией по эксплуатации мультиметра.

4 Исходные данные

В соответствии с вариантом, выданным преподавателем, использовать данные из таблицы 4.1. Оптические шнуры выдаются преподавателем.

Таблица 4.1 – Исходные данные по вариантам.

№ Варианта	λ , нм	I_1-I_n мА	WDM сплиттер
1	1310	5-10	1
2	1550	10-15	2
3	1310	15-20	1
4	1550	20-25	2
5	1310	18-23	1

В таблице 4.2 выписаны основные характеристики WDM – сплиттера.

Таблица 4.2 – Характеристики WDM - сплиттера

Длины волн, нм	1310	1550
Вносимые потери, дБ	0,12	0,05
Изоляция, дБ	31,58	30,87
Поляризационные потери	0,06	0,07
Направленность, дБ	55	

На выданных оптических шнурах указаны потери на соединении A_0

2 Измерить мощность на выходе одномодовых оптических волокон используя в качестве источника лазерный диод, где I_1-I_n ток лазерного диода. Полученные результаты занести в таблицу 5.2, построить график.

Таблица 5.2 – Измерение оптической мощности на выходе оптических волокон для лазерного диода

I	I_1	I_2	I_3	I_4	I_5	I_6
P мВт						

3 Собрать схему в соответствии с рисунком 5.2.

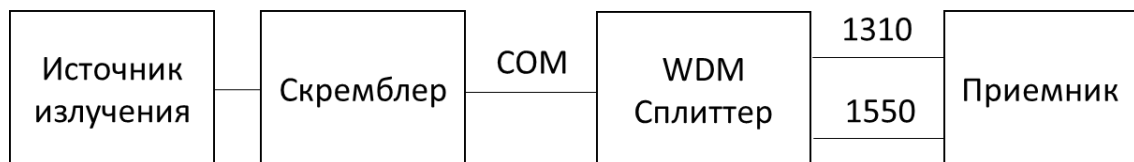


Рисунок 5.2 – Схема исследования WDM сплиттера.

На рисунке 3.3 показан пример собранной схемы на стенде.

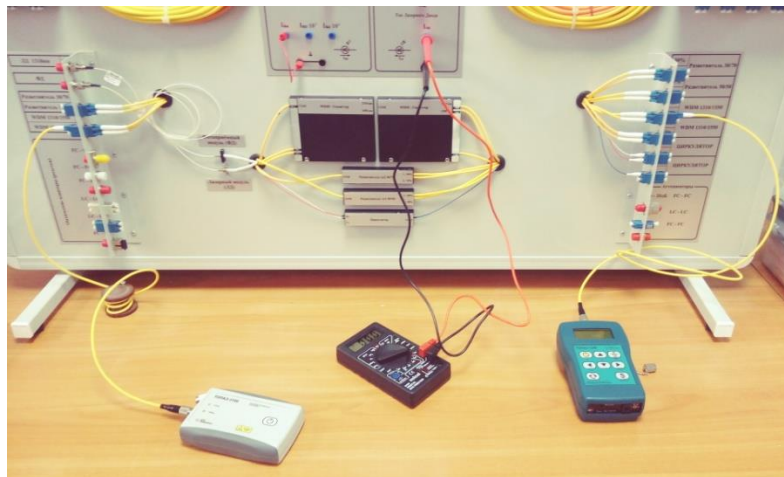


Рисунок 3.3 – Фотография исследования WDM-сплиттера.

3.1 Произвести измерения мощности, для источника излучения «ТОПАЗ-3100» на заданной в варианте длине волны и WDM-сплиттере. Приемник настроить на длину волны источника излучения и измерить значение мощности

с выхода 1310 нм и 1550 нм. Повторить измерения шесть раз, рассчитать арифметическое среднее, занести данные в таблицу 5.3 и построить график.

Таблица 5.3 – Измерение мощности на выходе WDM- сплиттера для источника излучения «ТОПА3-3100» (Вт).

Выход	1	2	3	4	5	6	P_{cp}
1550							
1310							

3.2 Рассчитать затухание WDM-сплиттера по формуле 5.1:

$$A_{(\lambda_i)} = 10 \lg \left(\frac{T_1(\lambda_i)}{T_2(\lambda_i)} \right) - A_0, \quad (5.1)$$

где $A_{(\lambda_i)}$ – затухание на WDM-сплиттере, дБ; $T_1(\lambda_i)$, $T_2(\lambda_i)$ – значения сигналов, соответствующие уровню мощности на выходе вспомогательных шнуров и с измеряемым WDM-сплиттером Вт; λ_i - длина волны, на которой проведены измерения, мкм. A_0 – среднее значение потерь в оптическом соединителе.

В данной работе потери на соединителях можно не учитывать.

3.3 Повторить пункты 3.1-3.2, взяв в качестве источника излучения лазерный диод для $I_l - I_n$ заданных в варианте, подключив приемник излучения к выходу 1310 нм. Для каждого значения I_n рассчитать значение затухания $A_{(\lambda_i)}$, по полученным данным составить таблицу 5.4 и построить графики.

Таблица 5.4 - Измерение мощности на выходе WDM- сплиттера для лазерного диода.

I , мА ВЫХОД	15	16	17	18	19	20
P_{1550} , Вт						
P_{1310} , Вт						
A_{1550} дБ						
A_{1310} дБ						

6 Содержание отчета

- Схемы включения
- Таблицы с измерениями и расчетами
- Графики
- Выводы

7 Список контрольных вопросов

- 1 Для чего используются WDM-сплиттеры?
- 2 Как влияет WDM-сплиттер на мощность проходящего в прямом направлении света определённой длины волны?
- 3 Появляется ли некоторая оптическая мощность на выходе WDM-сплиттера в случае, если на вход COM был подан свет с длиной волны, не подходящей через этот выход? Почему?

Рекомендуемая литература

1 Шарангович, С. Н. Оптические системы связи и обработки информации: Учебно-методическое по практическим занятиям и организации самостоятельной работы [Электронный ресурс] / С. Н. Шарангович. — Томск: ТУСУР, 2015. — 47 с. — Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/5503>.

2 «Компоненты волоконно – оптической линии связи» ВОЛС – 01 – Ц – С: Методические рекомендации по проведению исследовательских работ с использованием типового комплекта. – Челябинск: ООО НПП «Учтех – Профи», 2018. – 36 с.